Journal of Agricultural Machinery
Vol. 8, No. 1, Spring - Summer 2018, p. 67-77

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد 8، شماره 1، نیمسال اول 1397، ص 77-67

ارزیابی منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر و ارائه راهکارهای کاهش ضایعات

حسن ذکی دیزجی[1*] - نسیم منجزی[2]

تاریخ دریافت: 1395/07/01
تاریخ پذیرش: 1395/09/23

چکیده

نیشکر با سطح زیر کشت 110 هزار هکتار یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی- صنعتی کشور است. فرآیند تولید این محصول، ضایعات بالایی به دنبال دارد. بخشی از این ضایعات مربوط به شرایط تولید محصول در مزرعه و بخشی مربوط به فرآوری تولید شکر از نیشکر در کارخانه است. هدف از این مطالعه، بررسی، شناسایی و اولویت‌بندی منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر و ارائه راهکارهای کاهش ضایعات می‌باشد. برای یافتن منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید محصول نیشکر از طریق مصاحبه و نظرخواهی از کارشناسان و متخصصان واحدهای تولیدی در کشت و صنعت‌ها درباره منابع ایجاد ضایعات در طی فرآیند تولید اقدام شد. با توجه به نتایج حاصله، منابع ایجاد ضایعات به‌صورت مراحل امور زیربنایی و تهیه زمین، کاشت، داشت، برداشت، حمل نی، بازرویی و صنعت طبقه‌بندی شد. به‌منظور اولویت‌بندی این منابع از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. بدین منظور، داده‌ها با تکمیل پرسشنامه‌هایی توسط 32 نفر از متخصصان و کارشناسان شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان در سال زراعی 95-1394 جمع‌آوری شد. اساس کار، اولویت‌بندی منابع ایجاد ضایعات در فرآیند تولید نیشکر از طریق تخصیص وزن نسبی به معیارها و گزینه‌ها با توجه به نظرهای ارائه شده در پرسش‌نامه‌ها بود. با استفاده از نرم‌افزار Expert choice تحلیل سلسله مراتبی انجام گرفت. نتایج نشان داد که مرحله برداشت مهم‌ترین منبع است. حمل نی، فرآوری پس از برداشت و صنعت، مرحله کاشت، مرحله داشت، مرحله بازرویی و مرحله تهیه زمین به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، ضایعات، نیشکر

مقدمه

یکی از سیاست‌های تأمین امنیت غذایی، کاهش ضایعات محصولات کشاورزی است. یکی از محصولات مهم کشاورزی که 70 درصد شکر کشور را تأمین می‌کند، نیشکر است. عدم استفاده از سیستم‌های مکانیزه پیشرفته در کشاورزی و ضعف در فرآوری‌های پس از برداشت، از عمده دلایل ایجاد ضایعات در صنعت نیشکر است. بخشی از این ضایعات مربوط به شرایط تولید محصول در مزرعه و بخشی مربوط به فرآوری تولید شکر از نیشکر در کارخانه است. ضایعات تولید در کشت و صنعت‌های نیشکری از مرحله کاشت و داشت گرفته تا برداشت و فرآیند صنعت تولید شکر وجود دارد. معمولاً توجه عمومی به ضایعات قندی داخل کارخانه متمرکز بوده و تمام سعی و تلاش در جهت کاهش ضایعات آن می‌باشد، ولی در حقیقت قند بیشتری به‌طور نامحسوس در طی کشت و برداشت محصول نیشکر ضایع و قبل از رسیدن به کارخانه تلف می‌گردد که معمولاً این بخش از ضایعات قندی به فراموشی سپرده می‌شود. ضایعات قندی منابع زیادی دارد که به‌طور مثال می‌توان به کاهش محصول نیشکر در هکتار اشاره نمود که خود می‌تواند ناشی از دلایل دیگری از جمله وجود آفات و بیماری‌های گیاهی، کمبود مواد شیمیایی، بی‌آبی و نظایر آنچه که در ایجاد ضایعات نقش دارند، باشد و به‌همین جهت بایستی از مرحله اولیه تهیه زمین و کشت قلمه تا مرحله نهایی تولید شکر به دقت دنبال گردد. تلفات نیشکر در طی فرآیند تولید آن ممکن است بالغ بر 18 تن در هکتار گردد (Shomeili, 2012). مطالعات نشان می‌دهد که 30-20 درصد از کل ساکارز تولیدی به‌وسیله گیاه نیشکر به دلایل مختلفی چون زمان و نحوه برداشت محصول، تأخیر در فرآوری شکر از محصول برداشت شده، ضعف مکانیزاسیون و تلفات حادث شده در بخش صنعت از دست می‌رود (Saxena *et al*., 2010; Shomeili, 2012). همچنین بر اساس تحقیقات انجام شده، میزان ضایعات ناشی از برداشت ماشینی در صورت مناسب بودن شرایط مزرعه بین 7/2-3/4 درصد خواهد بود (Hurney and Dick, 1984). نتیجه مطالعات مشابه بر روی مقدار ضایعات برداشت مکانیزه

1 و 2- استادیار و دانش‌آموخته دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: hzakid@scu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jam.v8i1.59027

نیشکر در واحدهای شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان نیز نشان داد که با اصلاح شرایط زراعی و تنظیمات صحیح دروگر برداشت نی، می‌توان ضایعات را از 26/95 به 3/91 تن در هکتار کاهش داد (Ghasemnejad Maleki, 1999). همچنین در تحقیقی، روش اندازه‌گیری و عوامل مؤثر در ایجاد ضایعات نیشکر هنگام برداشت و راهکارهای کاهش آن بررسی شد (Shirali, 2002). ضایعات در مفهوم کلی به معنای از دست رفتن محصول طی مراحل مختلف تولید و فرآوری است. لذا عواملی که باعث عدم دستیابی به پتانسیل تولید می شوند در زمره عوامل ایجاد ضایعات خواهند بود. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی، شناسایی و اولویت‌بندی منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر و ارائه راهکارهای کاهش ضایعات است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی استان خوزستان (کشت و صنعت های امام خمینی (ره)، امیر کبیر، میرزا کوچک خان، دعبل خزاعی، سلمان فارسی، فارابی و دهخدا) با سطح سبز 74000 هکتار در سال زراعی 95-1394 انجام شد.

شناسایی منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر

برای یافتن منابع ایجاد ضایعات طی فرایند تولید محصول نیشکر از طریق مصاحبه و نظرخواهی از کارشناسان و متخصصان واحدهای تولیدی در کشت و صنعت‌ها درباره‌ی منابع ایجاد ضایعات در طی کل فرآیند تولید اقدام شد و در نهایت نتایج جمع‌بندی گردید.

اولویت‌بندی منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر

به‌منظور اولویت‌بندی منابع ایجاد ضایعات، پس از شناسایی و تعیین عوامل (گزینه‌ها) و گردآوری داده‌ها، به مقایسه زوجی معیارهای مختلف با یکدیگر و مقایسه زوجی گزینه‌ها بر اساس معیارها پرداخته می‌شود. انتخاب افراد پرسش شونده (تیم تصمیم) به‌صورت تعمدی، طبقه‌ای و سهمیه‌ای صورت گرفت. در این مطالعه تعداد 32 کارشناس خبره به‌عنوان نمونه مورد پرسش قرار گرفته‌اند. این پرسش‌نامه‌ها با روش نیمه مصاحبه‌ای در اختیار تیم تصمیم قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد تا نسبت به مقایسه زوجی عوامل و تعیین میزان اهمیت آن‌ها نسبت به یکدیگر اقدام نمایند. متغیرهای تحقیق شامل امور زیر بنایی و تهیه زمین، کاشت، داشت، برداشت، حمل نی، بازرویی و صنعت به‌عنوان متغیرهای مستقل و وجود ضایعات در فرآیند تولید محصول به‌عنوان متغیر وابسته تحقیق می‌باشد. با توجه به این که هدف تحقیق، اولویت‌بندی منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر است، عوامل شناسایی شده با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی (AHP) که یک روش تصمیم‌گیری گروهی در محیط‌های پیچیده می‌باشد، مورد ارزیابی و پردازش قرار گرفته است. در این تحقیق، سطوح ساختار درخت سلسله مراتبی تصمیم مطابق شکل 1 ترسیم شده است. معیارهای اصلی در نظر گرفته شده در این تحقیق بر اساس نظر خبرگان عبارت بودند از: متوسط هزینه تولید (متوسط هزینه‌های خرج شده در طی فرآیند تولید نیشکر در واحد سطح)، متوسط میزان تولید (میزان تولید محصول در واحد سطح در طی یک سال زراعی) و متوسط درآمد خالص (میزان درآمد خالص حاصل از تولید محصول در واحد سطح در طی یک سال زراعی). از طرفی تحقیقات مشابه انجام شده در این زمینه نیز اهمیت این معیارها را تأیید می‌کنند (Sharifi *et al*., 2014; Mohammadiyeghaneh and Nabati, 2014). همچنین منابع مهم ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر شامل: امور زیربنایی و تهیه زمین (کارگذاری لترال‌ها، تسطیح نسبی، عملیات حوضچه‌سازی، آب‌شویی و ماخار، عملیات قبل از تسطیح، عملیات بعد از تسطیح و عملیات احداث جوی- پشته و کودپاشی)، کاشت (تهیه قلمه، عملیات زراعی در مزرعه کشت، عملیات بعد از کشت)، داشت (آبیاری، واکاری[1]، هیلینگ آپ[2] (تعویض جای جوی و پشته)، کوددهی، مبارزه با علف‌های هرز، حشرات زیان آور و بیماری‌ها، مبارزه با سرمازدگی و بادهای گرم)، برداشت (قطع آبیاری، آتش زدن مزرعه، برداشت محصول، جمع‌آوری دستی باقیمانده‌های نی در مزرعه پس از برداشت ماشینی)، حمل نی (حمل نی از مزرعه به کارخانه)، بازرویی[3] (سوزاندن پوشال برجامانده، دیسک‌زنی، زیرشکن‌زنی، شکل‌دهی پشته، کودپاشی، سمپاشی و آبیاری) و صنعت (استخراج شکر از نی) است. در این پژوهش سعی شده است اولویت‌بندی میان منابع ذکر شده صورت گیرد.

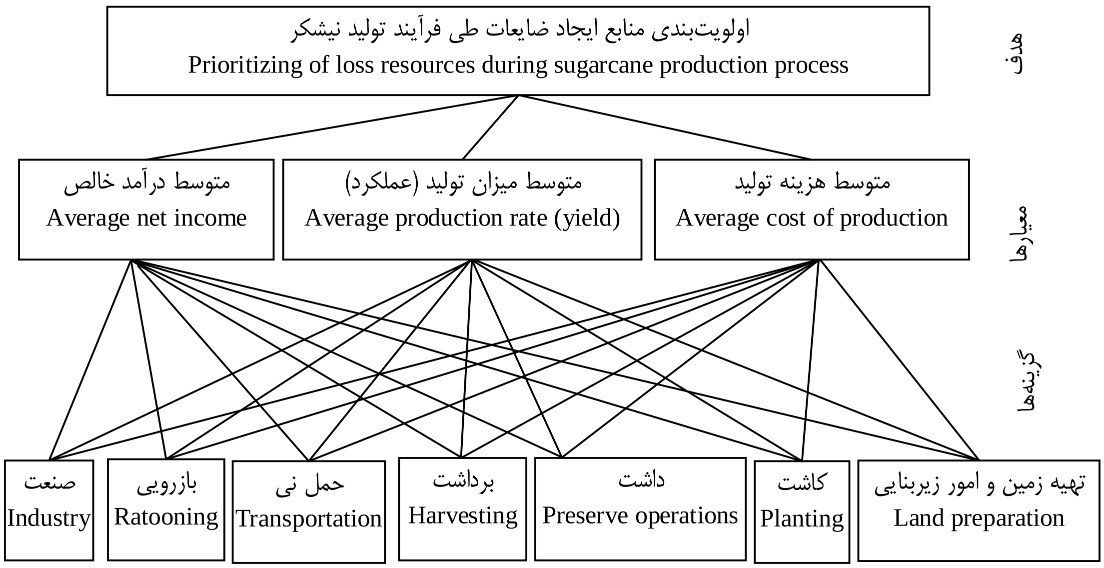
تشکیل جدول مقایسه زوجی

مقایسه زوجی با استفاده از مقیاسی که از ترجیح یکسان تا ارجحیت بی‌نهایت طراحی شده است، انجام می‌گیرد (Ghodsi Pour, 2006).

محاسبه میانگین عددی

پس از تکمیل پرسشنامه‌ها توسط کارشناسان، با نظرات متفاوتی برای هر یک از گزینه‌ها روبه‌رو خواهیم شد، برای رفع این مشکل باید جداول مقایسه‌ای با هم ترکیب شوند. در روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌توان از محاسبه میانگین هندسی استفاده کرد (Dadashian *et al*., 2015).

1- Replant
2- Hilling up
3- Ratooning



شکل 1- ساختار سلسله مراتبی (درختی) تعیین اولویت منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر

Fig. 1. Hierarchical structure (tree) prioritizing of loss resources during sugarcane production process

محاسبه وزن نسبی معیارها و گزینه‌ها

س از محاسبه میانگین هندسی، به‌منظور اولویت‌بندی منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر، عملیات ریاضی در محیط نرم‌افزاری Expert Choice دنبال شد. در ابتدا معیارها با توجه به هدف مورد مقایسه زوجی قرار گرفته و وزن نسبی هر معیار با توجه به هدف برآورد گردید. بعد از تعیین ضریب اهمیت شاخص‌ها ضریب اهمیت گزینه‌ها تعیین شدند (Monajem *et al.*, 2013). در این مرحله ارجحیت هریک از گزینه‌ها در ارتباط با هریک از شاخص‌ها مورد قضاوت و داوری قرار گرفت.

بهبود ناسازگاری تصمیم

در دنیای واقعی، غالباً ناسازگاری وجود داشته و ممکن است این ناسازگاری‌ها به مدل وارد شوند، هنگامی که ناسازگاری صفر است، ما کاملاً سازگار هستیم و هرچه این نرخ افزایش یابد، میزان ناسازگاری در هدف ما نیز افزایش یافته است. مکانیزمی که ساعتی[1] برای بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته است، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری است که با استفاده از رابطه (1) به‌دست می‌آید (Pourtaheri, 2006).

$$I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R} \qquad (1)$$

در رابطه فوق، I.R. نرخ ناسازگاری، I.I.R شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی است که بر اساس جدول 1 محاسبه می‌شود و I.I. شاخص ناسازگاری است که با استفاده از رابطه (2) به‌دست می‌آید که در آن λ_{MAX} بزرگ‌ترین مقدار ویژه و n تعداد گزینه‌های موجود در مسأله می‌باشد (Sharifi *et al.*, 2014).

$$I.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \qquad (2)$$

جدول 1- شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی

Table 1- Inconsistency Index of Random Matrix

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I.I.R	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

منبع: (Ghodsipour, 2006)

چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی 0/1 باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است، در غیر این‌صورت باید در قضاوت‌ها تجدید نظر شود (Ghodsi Pour, 2006).

تلفیق

بعد از مقایسه زوجی و محاسبه وزن‌های نسبی گزینه‌ها و معیارها، لازم است تا وزن نهایی هر گزینه محاسبه شود. بدین منظور از عمل تلفیق استفاده می‌شود و پاسخ‌های نهایی مسئله مشاهده می‌شوند (Barimani *et al.*, 2014).

1- Saaty

نتایج و بحث

شناسایی منابع ایجاد ضایعات در طی فرآیند تولید نیشکر

با توجه به نتـایج حاصـل از بررسـی، مصـاحبه و نظرخـواهی از کارشناسان و متخصصان واحدهای تولیدی در کشـت و صـنعت‌هـا، منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر بـه‌صـورت خلاصـه، در جدول 2 ارائه شده است. این منابع در 7 مرحله امور زیر بنایی و تهیه زمین، کاشت، داشت، برداشت، حمل نی از مزرعه به کارخانه، بازرویی و فرآوری پس از برداشت و صنعت دسته‌بندی شده‌اند. در این جدول، همچنین به علت‌ها و رویدادهای بروز این ضایعات اشاره شده است. با شناسایی این رویدادها به راحتی می‌توان فرآیند تولیـد را بـه‌گونـه‌ای مدیریت نمود که از بروز چنین تلفاتی جلـوگیری کـرد. بررسـی‌هـای حاصل از مطالعات مشابه نیز، وجود این مشکلات و تأثیر منفی آن‌ها بر روی عملکرد و افزایش ضایعات در طی فرآیند تولید نیشکر را تأیید مـی‌نمایـد (Shomeili, 2012; Colwick and Barker, 1975; Coats, 2001; Wiedenfeld, 2009; Schroeder *et al.*, 2009; Meyer, 2005; Garside *et al.*, 2009).

جدول2- منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر

Table 2- Sources of sugarcane waste during the production process

مرحله **Stage**	علت **Reason**	رویداد **Event**
	اختلاف سطح جاده با مزرعه و عدم تخریب صحیح حوضچه‌های اطراف مزرعه Differences between road surface with the farm and Lack of proper destruction of ponds around the farm	ریزش نی از سبدهای حمل نی در حین انتقال نی برداشت شده از مزرعه به کارخانه Straw loss from straw carry baskets during transfer from farm to factory
	عرض کم جاده‌های بین مزارع Low width of roads between farms	تصادف سبدهای حمل و به هدر رفتن مقداری نی Carrying baskets accident and wasting a sugarcane
امور زیربنایی و تهیه زمین Land preparation	وجود نقاط پست در اثر تسطیح نامناسب، نشست لترال‌ها و زهکشی نامناسب There are low spot caused by improper leveling, Receding lateral and poor drainage	رشد علف‌های هرز، ایجاد رقابت با نیشکر و در نتیجه کاهش عملکرد Weed growth, competition with sugarcane and yield loss
	وجود سنگ و قطعات بتنی باقیمانده از عملیات زیر بنایی The remaining stones and concrete blocks of the underlying operations	ایجاد اشکال در کار دروگر نی و باقی ماندن ته نی در مزرعه Bad harvesting and remain bottom of the cane in the field
	عملیات تهیه زمین با رطوبت نامناسب و کلوخه شدن مزرعه، عدم دقت در ابعاد جوی و پشته و عمق فارو Preparing land with inadequate moisture and agglomeration farm, varying the size of the furrows and ricks in around the field	عدم پوشش مناسب قلمه‌های نی در زمان کاشت و هدر رفتن مقداری از قلمه‌ها Unsuitable sett covering and injury the setts by biological and physical agents
	عدم پوشش قلمه‌ها توسط خاک بعد از عملیات خاک‌دهی روی قلمه Unsuitable sett covering	افزایش ضایعات قلمه نی در مرحله کاشت Increased waste cuttings at planting
	همپوشانی زیاد قلمه‌ها Significant overlap cuttings	مصرف بالای قلمه در هکتار A high intake of cuttings per hectare
	تسلط ناکافی کارور در هدایت صحیح دروگر Inadequate control of the operator in the correct guidance harvester	ضایعات دروگر حین عملیات تهیه قلمه Harvesting wastes in preparation cuttings operation
کاشت Planting	قلمه‌های معیوب و آلوده، کشت سرنی (فقط یک جوانه دارد) Defective and contaminated cuttings	نیاز به کشت مجدد (واکاری) و افزایش مصرف قلمه نی در هکتار need to replant and a high intake of cuttings per hectare
	آتش زدن دیر موقع بقایای مزرعه تهیه قلمه Burning residue of seed area	تأخیر در جوانه زنی مجدد و تضعیف کنده برای جوانه‌زنی راتون سال آینده Weakening and delay of sugarcane in germination for next year
	ضایعات ناشی از قطع آبیاری مزرعه تهیه قلمه Waste caused by irrigation cuttings in seed area	رشد از دست رفته مزرعه تهیه قلمه loss of growth in sett field

داشت Preserve operations	بازکشت یا واکاری مزرعه Replant	ضایعات مصرف قلمه در واکاری Waste cutting consumption in replant
	ضایعات ناشی از هیلینگ آپ (تعویض جای جوی و پشته) Hilling up	استرس به گیاه، قطع شدن و هوا خوردگی ریشه سبب نقصان رشد می‌شود (ضایعات پنهان) Plant stress and root weathering (Hidden Waste)
	عدم هیلینگ آپ Non-hilling up	آسیب به کنده گیاه در زمان برداشت و باقی ماندن ته نی Destroyed the stubbles at harvest and remain off the bottom of the straw
	استفاده از کولتیواتور Cultivator	استرس به گیاه و در نتیجه نقصان رشد (ضایعات پنهان) Plant stress and growth failure (Hidden Waste)
	وجود علف‌های هرز weeds	رقابت با گیاه اصلی و کاهش عملکرد Compete with the main crop and reduce yield
	رشد غیریکنواخت نیشکر در مزرعه (رشد سینوسی) در اثر فشردگی و زهکشی نامناسب Non-uniform growth sugarcane field (sinusoidal growth) as a result of compaction and poor drainage	ایجاد اشکال در کار دروگر Creating shapes in harvester work
	آتش زدن مزرعه نیشکر The burning of sugarcane fields	کاهش کیفیت محصول Reduce crop quality
برداشت Harvesting	عملکرد نامناسب دروگرها Improper performance of harvester	کف‌بری نامناسب، آسیب به کنده‌های نی، ریزش نی Improper Cutting, destroyed the stubbles, billets loss of the fleet in the transmission roads
	ضایعات ناشی از جمع‌آوری دستی باقیمانده‌های نی در مزرعه پس از برداشت ماشینی Waste caused by the remaining cane from mechanized harvesting	به جا ماندن نی‌های بریده شده در مزرعه و عدم انتقال آن‌ها به کارخانه The remaining sugarcane in farm and no transfer them to the factory
	تردد ماشین‌های سنگین برداشت و فشردگی خاک Traffic of heavy machinery for harvesting and soil compaction	نقصان عملکرد در راتون سال آینده Yield loss for next year ratoon
	انتقال بیماری از گیاه ناسالم به سایر قسمت‌های مزرعه توسط تیغه برش دروگر Transmission of disease from unhealthy plants to other parts of the farm by cutting harvester	کاهش عملکرد Yield loss
	برداشت تاخیری Harvesting delay	رشد جوانه‌های مکنده، کاهش قند استحصالی، کاهش عملکرد راتون سال آینده Grow sprouts suckers, reducing sugar obtained, yield loss in next year ratoon
	ضایعات ناشی از خاشاک همراه نیشکر Waste caused by shaving with cane	اختلال در استحصال شکر در کارخانه Disruption of sugar production in the factory
	ضایعات ناشی از شرایط مزرعه مانند: خوابیده بودن (ورس) نیشکر Waste due to field conditions like lodging sugarcane	برداشت نامناسب و افزایش ضایعات حین برداشت Poor harvests and increasing losses while harvesting
حمل نی از مزرعه به کارخانه Transportation	ریزش نی از سبدهای حمل Straw loss from straw carry baskets	افزایش ضایعات محصول Increased crop waste
	تردد ماشین‌آلات سنگین حمل نی Traffic heavy machinery of carrying cane	آسیب به کنده‌های نی Destroyed the stubbles
	تأخیر در انتقال نی درو شده Delays in the transfer of harvested cane	کاهش کیفیت محصول و افزایش ضایعات قندی Reduce crop quality and increased sugar losses
بازرویی مزرعه Ratooning	بازرویی تأخیری Ratooning delay	تضعیف کننده در جوانه‌زنی، هوازدگی ریشه Weakening sugarcane in germination, root weathering

	عدم اجرای بازرویی صحیح و نگهداری مزرعه wrong ratooning and improper preserve operations	خسارت دیدن کنده‌های نی Damage of sugarcane logs
فرآوری نی در کارخانه Industry	تأخیر در فرآوری نی برداشت شده، از بین رفتن بخشی از ساکاروز تولیدی گیاه نیشکر در طی فرآیندهای استحصالی late in transport the harvested cane, the loss of part of the production of sugarcane sucrose during processing	کاهش درصد قند استحصالی Reducing brix obtained

اولویت‌بندی منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر

مقایسه معیارها با توجه به هدف

در مرحله اول معیارها به‌صورت زوجی، نسبت به هدف مطالعه (اولویت‌بندی منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر) مقایسه گردید. طبق جدول 3 که نشان‌دهنده مقایسه زوجی معیارها با توجه به هدف پژوهش می‌باشد، معیار متوسط میزان تولید (عملکرد) با نسبت 0/618 و معیار متوسط درآمد خالص با نسبت 0/145 از بیشترین و کمترین اولویت برخوردار بودند. به عبارت دیگر اولویت‌های ذهنی و معیارهای تصمیم‌گیری متخصصان و کارشناسان کشت و صنعت‌ها در ارتباط با منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر شامل متوسط میزان تولید (عملکرد)، متوسط هزینه‌های تولید و متوسط درآمد خالص می‌باشد. نرخ ناسازگاری مربوط به این مقایسه 0/09 است که نرخ قابل قبولی می‌باشد. با توجه به شرایط مدیریتی حاکم بر کشت و صنعت ها این مسئله به راحتی قابل شهود است که متاسفانه سیستم ارزش‌گذاری و پاداش‌دهی در این واحدهای تولیدی در وهله اول بر اساس افزایش میزان تولید (عملکرد) و کاهش هزینه‌های تولید می‌باشد. البته به تبع به این امر، با افزایش تولید و کاهش هزینه‌ها، درآمد افزایش خواهد یافت. ولی به‌خاطر عدم تأثیر مستقیم افزایش درآمد بر حقوق کارشناسان و نیروی انسانی شاغل در این واحدهای تولیدی، اهمیت معیار متوسط میزان تولید و متوسط هزینه تولید ملموس‌تر می‌باشد.

جدول 3- وزن نهایی معیارها

Table 3- The final weight of the criteria

متوسط هزینه تولید Average cost of production	متوسط درآمد خالص Average net income	متوسط میزان تولید Average production rate	نرخ ناسازگاری Inconsistency Index
0.237	0.145	0.618	0.09

مقایسه زوجی گزینه‌ها

در مرحله دوم، گزینه‌ها با توجه به معیارها مورد مقایسه زوجی قرار گرفتند. جدول 4 نشان‌دهنده وزن گزینه‌ها با توجه به معیار میزان متوسط تولید (عملکرد) می‌باشد. طبق این شکل برداشت با نسبت 0/258 و امور زیربنایی و تهیه زمین با نسبت 0/048 به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین سهم را دارا می‌باشند و نرخ ناسازگاری مربوط به این مقایسه 0/01 است که نرخ قابل قبولی می‌باشد. درصد قند استحصالی از نیشکر تحت تأثیر زمان برداشت و نحوه برداشت می‌باشد. تغییر سیستم برداشت، از تمام ساقه به نی قطعه قطعه شده، مشکلات فساد نی را ایجاد کرده است. از طرفی در طی فرآیندهای برش، جدا کردن خاشاک و انتقال برداشت مکانیزه‌ی نی به‌خصوص در برداشت نی قطعه قطعه شده، آسیب‌های مکانیکی به نی وارد می‌گردد. در اثر این آسیب‌ها، بافت نی در معرض هوازدگی و نفوذ قارچ‌های بیماری‌زا قرار می‌گیرد، در نتیجه کیفیت نی برداشت شده کاهش می‌یابد. همچنین به خاطر ضایعات آشکار، از نظر کارشناسان تولید نیشکر، مرحله برداشت با توجه به معیار میزان متوسط تولید (عملکرد) دارای بیشترین اهمیت می‌باشد. در ادامه منابعی که در داخل پرانتز آورده شده‌اند نیز اهمیت مرحله برداشت در ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر را تصدیق می‌نمایند (Norris and Norris, 2016; Saska *et al.*, 2009).

جدول 4- مقایسه گزینه‌ها به‌صورت زوجی با توجه به معیار میزان متوسط تولید

Table 4- Comparison of options in paired based on yield criteria

امور زیر بنایی و تهیه زمین Land preparation	کاشت Planting	داشت Preserve operations	برداشت Harvesting	حمل نی Transportation	بازرویی Ratooning	صنعت Industry	نرخ ناسازگاری Inconsistency index
0.048	0.161	0.112	0.258	0.155	0.072	0.194	0.01

جدول 5 نشان‌دهنده وزن گزینه‌ها با توجه به معیار متوسط هزینه‌های تولید می‌باشد. طبق این شکل، حمل نی با نسبت 0/253 و بازرویی با نسبت 0/061 به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین اولویت را دارا می‌باشند و نرخ ناسازگاری مربوط به این مقایسه 0/02 است که نرخ قابل قبولی می‌باشد. حمل نی از آن جهت اهمیت دارد که هرچه فاصله زمانی بین برداشت و آسیاب زیادتر گردد، افت کیفی و کمی قند در نی‌های قطعه قطعه شده و آسیب‌دیده افزایش می‌یابد. بنابراین لازم است با ارائه الگوهای مدیریتی مناسب سعی گردد میزان ضایعات نی و شکر به کمترین مقدار ممکن، کاهش یابد. از جمله عوامل مدیریتی که می‌تواند در کاهش تلفات حمل نی نقش داشته باشد، جلوگیری از هرگونه انباشته شدن نی در کارخانه با متناسب کردن میزان برداشت و ظرفیت کارخانه و کاهش فاصله زمانی برداشت و آسیاب نی با افزایش سرعت عمل تریلرهای حمل نی و نیز راه‌اندازی تخلیه‌کن‌های پیشرفته در محوطه کارخانه است.

جدول 5- مقایسه گزینه‌ها به‌صورت زوجی با توجه به معیار متوسط هزینه تولید

Table 5- Comparison of options in paired based on average cost of production criteria

امور زیربنایی و تهیه زمین **Land preparation**	کاشت **Planting**	داشت **Preserve operations**	برداشت **Harvesting**	حمل نی **Transportation**	بازرویی **Ratooning**	صنعت **Industry**	نرخ ناسازگاری **Inconsistency index**
0.081	0.122	0.096	0.206	0.253	0.061	0.180	0.02

جدول 6 نشان‌دهنده وزن گزینه‌ها با توجه به معیار متوسط درآمد خالص می‌باشد. طبق این شکل، برداشت با نسبت 0/241 و امور زیربنایی و تهیه زمین با نسبت 0/041 به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین اولویت را دارا می‌باشند و نرخ ناسازگاری مربوط به این مقایسه 0/03 است که نرخ قابل قبولی می‌باشد.

جدول 6- مقایسه گزینه‌ها به‌صورت زوجی با توجه به معیار متوسط درآمد خالص

Table 6- Comparison of options in paired based on average net income criteria

امور زیر بنایی و تهیه زمین **Land preparation**	کاشت **Planting**	داشت **Preserve operations**	برداشت **Harvesting**	حمل نی **Transportation**	بازرویی **Ratooning**	صنعت **Industry**	نرخ ناسازگاری **Inconsistency index**
0.041	0.186	0.118	0.241	0.213	0.084	0.117	0.03

تلفیق

بر اساس نتایج حاصل از تلفیق گزینه‌ها و معیارها با توجه به هدف پژوهش (جدول 7) می‌توان نتیجه گرفت که از بین منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر، برداشت مهم‌ترین منبع بوده و در مقابل امور زیربنایی و تهیه زمین از کم‌ترین اهمیت برخوردار است. نرخ ناسازگاری محاسبه شده برای تلفیق گزینه‌ها و معیارها با توجه به هدف برابر 0/04 می‌باشد که عدد کوچک‌تر یا مساوی 0/1 نشان‌دهنده سازگاری قابل قبول سیستم است. در نهایت می‌توان گفت که مهم‌ترین منابع ایجاد ضایعات در طی فرآیند تولید نیشکر به‌ترتیب عبارتند از برداشت، حمل نی، صنعت، کاشت، داشت، بازرویی و امور زیربنایی و تهیه زمین. ریزش نیشکر از ناوگان حمل در مسیر انتقال نیشکر به کارخانه و نیز تأخیر در برداشت نیشکر سوخته و انتقال آن به کارخانه ضایعاتی است که تلفات کمی و کیفی آن در خور توجه است. ضایعات مرحله برداشت عینی تر بوده و عمدتاً متوجه کارایی دروگرهاست. ضایعات مرحله کشت عمدتاً شامل تلفات تهیه قلمه ماشینی نیشکر، آسیب‌های فیزیکی و بیولوژیکی وارده به قلمه‌ها، رشد از دست رفته مزرعه تهیه قلمه، خاک‌دهی نامناسب روی قلمه‌ها، واکاری و کشت مجدد و در مرحله داشت نیز ضایعات متوجه برداشت دیر موقع مزرعه نیشکر و به تبع تأخیر در آغاز داشت مجدد، اجرای نامناسب عملیات بازرویی، هیلینگ آپ و کولتیواتور، متفاوت بودن احجام جوی و پشته در مزرعه و تخریب کننده‌ها طی بازرویی است.

جدول 7- وزن نهایی گزینه‌ها

Table 7- The final weight of the options

امور زیر بنایی و تهیه زمین Land preparation	کاشت Planting	داشت Preserve operations	برداشت Harvesting	حمل نی Transportation	بازرویی Ratooning	صنعت Industry	نرخ ناسازگاری Inconsistency index
0.055	0.156	0.109	0.243	0.187	0.071	0.179	0.04

نتیجه‌گیری

در کشت و صنعت‌های نیشکر طی مراحل تهیه زمین، کاشت، داشت، برداشت، حمل نی، بازرویی و فرآوری پس از برداشت کنترل منابع ایجاد ضایعات در افزایش عملکرد و جلوگیری از به هدر رفتن محصول نقشی اساسی دارد. بنابراین در این پژوهش پس از شناسایی منابع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر، از سه معیار (میزان متوسط تولید، متوسط هزینه تولید و متوسط درآمد خالص) جهت رتبه‌بندی اهمیت منابع ایجاد ضایعات با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردید. بر اساس نتایج حاصل از تلفیق گزینه‌ها و معیارها با توجه به هدف پژوهش، اولویت منابع ایجاد ضایعات در فرآیند تولید نیشکر شامل مرحله برداشت، حمل نی، فرآوری پس از برداشت و صنعت، مرحله کاشت، مرحله داشت، مرحله بازرویی و مرحله تهیه زمین می‌باشند. بنابراین شاید بتوان این‌طور نتیجه گرفت که بروز چنین نتیجه‌ای از این پژوهش، حاکی از این است که عملیات برداشت به خاطر ضایعات ناشی از عملکرد دروگرها، مسائل مربوط به نیروی انسانی شامل اپراتوری و مجموعه سرپرستی، ضایعات ناشی از جمع‌آوری دستی باقیمانده‌های نی در مزرعه پس از برداشت ماشینی، فشردگی خاک، انتقال بیماری، آسیب به کنده‌های نیشکر، برداشت تأخیری، ضایعات ناشی از آتش زدن مزرعه نیشکر، ضایعات ناشی از خاشاک همراه نیشکر و شرایط مزرعه نقش به‌سزایی در ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر دارند. بنابراین برای کاهش آثار سوء مهم‌ترین منبع ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید نیشکر (عملیات برداشت)، لازم است کارشناسان تولید کشت و صنعت‌های نیشکری در این مرحله از فرآیند تولید نیشکر تلاش بیشتری در جهت کاهش ضایعات داشته باشند.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی به شماره 1284 است و هزینه اجرای آن از محل اعتبارات پژوهانه واحد پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز می‌باشد.

References

1. Barimani, A., A. Ghasemianb, M. Azizic, and S. M. Zabizadeh. 2014. Optimized locating of fluting paper plant from agricultural residues using AHP (based on benefit and cost approach). International Journal of Lignocellulosic Products 1 (2): 104-120.
2. Coats, W. E. 2001. Reduced tillage systems for irrigated cotton: Is soil compaction a concern? Applied Engineering in Agriculture 17 (3): 273-279.
3. Colwick, R. F., and G. L. Barker. 1975. Controlled traffic and reduced inputs for cotton production. American Society of Agricultural Engineers 75: 1051.
4. Dadashian, M., Gh. Dashti, B. Hayati, and M. Ghahremanzadeh. 2015. The Combined Use of AHP and TOPSIS Technique for Determining the Weighted Criteria and Evaluation of Agricultural Sustainability (Case Study: Selected Counties of East Azarbaijan Province). Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 25 (1): 145-157. (In Farsi).
5. Garside, A. L., M. J. Bell, B. G. Robotham, R. C. Magarey, and G. R. Stirling. 2011. Managing yield decline in sugarcane cropping systems. A report from Sugar Yield Decline Joint Venture.
6. Ghasemnejad Maleki, H. M. 1999. Studying of losses caused by mechanical harvesting sugar cane crop. Ms. C. thesis in agricultural mechanization, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. (In Farsi).
7. Ghodsi Pour, H. 2006. Analytical Hierarchy Process (AHP). Tehran, Amirkabir University of technology. (In Farsi).
8. Hurney, A. P., and K. G. Dick, 1984. Evaluation of the efficiency of cane harvester in removing extraneous matter and in limiting cane losses during the cleaning process. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technology 6: 11-19.
9. Meyer, E. 2005. Machinery systems for sugarcane production in South Africa. M.Sc. Eng Seminar, South African Sugarcane Research Institute. 36 p.
10. Mohammadiyeghaneh, B., and A. Nabati. 2014. Analysis of obstacles to agricultural development in

rural areas using AHP (A Case Study: Rural Karany- city of Bijar). Journal of Geographic Space 44: 135-152. (In Farsi).

11. Monajem, S., A. Ranji, M. Khani, H. Atari, and H. Dorosti. 2013. Evaluation of rice production systems in Guilan province by using of Analytical Hierarchy Process (AHP). Cereal Research 3 (3): 255-266. (In Farsi).
12. Norris, S., and C. Norris. 2016. Modeling the sugarcane value chain: A real time decision making tool. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists 38: 1-10.
13. Pourtaheri, M. 2006. Multi-criteria decision-making methods in geography. SAMTpublications. (In Farsi).
14. Saska M., S. L. Goudeau, I. Dinu, and M. Marquette. 2009. Determination of sucrose loss in storage of clean unburnt billet cane. Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists 29: 53-77.
15. Saxena, P., R. P. Srivastava, and M. L. Sharma. 2010. Impact of cut to crush delay and bio-chemical changes in sugarcane. Australian Journal Crop Science 4 (9): 692-699.
16. Schroeder, B., J. Panitz, T. Linedale, C. Whiteing, B. Callow, P. Samson, A. Hurney, D. Calcino, and P. Allsopp. 2009. Smart Cane Harvesting and Ratoon Management. BSES Limited Technical Pub. TE09004. 34 p.
17. Sharifi, M., A. Akram, Sh. Rafiee, and M. Sabzehparvar. 2014. Prioritize strategic agricultural products Alborz province by using AHP and Delfi-fuzzy method. Journal of Agricultural Machinery 4 (1): 116-124. (In Farsi).
18. Shirali, J. 2002. Studying and indicating of the mechanized and semi-mechanized methods of sugarcane harvesting in view of economy and presenting the suitable method of harvesting in site of Mirza Kouchak Khan. M.Sc. thesis in agricultural mechanization, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. (In Farsi)
19. Shomeili, M. 2012. Evaluation of agricultural wastes produced during operation of sugarcane production. CD Proceedings of the 7th conference of Iranian sugar cane technologists. February 21-23. Iran, Ahvaz. (In Farsi).
20. Wiedenfeld, B. 2009. Effects of green harvesting vs. burning on soil properties, growth and yield of sugarcane in south Texas. Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists 29: 102-109.

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 8, No. 1, Spring - Summer 2018, p. 67-77

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد 8، شماره 1، نیمسال اول 1397، ص 77-67

Evaluation of Loss Resources during Sugarcane Production Process and Provide Solutions to Reduce Waste

H. Zakidizaji[1*]- N. Monjezi[2]

Received: 22-09-2016
Accepted: 13-12-2016

Introduction

No use of advanced mechanization and weakness in post harvesting technology are the main reasons of agricultural losses. Some of these wastes (agricultural losses) are related to crop growing conditions in field and the remaining to processing of sugar in mill. The most useful priority setting methods for agricultural projects are the Analytic Hierarchy Process (AHP). So, this study presents an introduction of application manner of the AHP as a mostly common method of setting agricultural projects priorities. The purpose of this work is studying the sugarcane loss during production process using AHP in Khuzestan province.

Materials and Methods

The resources of sugarcane waste have been defined based on expert's opinions. A questionnaire and personal interviews have formed the basis of this research. The study was applied to a panel of qualified informants made up of thirty-two experts. Those interviewed were distributed in Sugarcane Development and By-products Company in 2015-2016. Then, with using the analytical hierarchy process, a questionnaire was designed for defining the weight and importance of parameters effecting on sugarcane waste. For this method of evaluation, three main criteria considered, were yield criteria, cost criteria and income criteria. Criteria and prioritizing of them was done by questionnaire and interview with sophisticated experts. This technique determined and ranked the importance of sugarcane waste resources based on attributing relative weights to factors with respect to comments provided in the questionnaires. Analytical Hierarchy Process was done by using of software (Expert choice) and the inconsistency rate on expert judgments was investigated.

Results and Discussion

How to use agricultural implements and machinery during planting and harvesting of sugarcane, can increase or decrease the volume of waste. In planting period, the losses mainly consists of loss of setts during cutting them by machine, injury the setts by biological and physical agents, loss of growth in sett field, unsuitable sett covering and replanting the gaps. During cultivation period the losses include late in field harvesting and so late in regrows the cane, unsuitable ratooning and use of cultivator, varying the size of the furrows and ricks in around the field and destroyed the stubbles during rationing. In harvesting the losses easily seen and mainly associated by efficiency of harvester machines. Billets loss of the fleet in the transmission roads toward mill and late in harvest the burnet cane and then transport to mill are main sources of quantities and qualities of losses. The Expert Choice software performed well in conjunction with the panel of experts for choosing the criteria and assigning weights under the AHP methodology. According to the results, effective parameters on sugarcane waste consist of caused by harvesting, transportation, industry, planting, preserve operations, ratooning and land preparation. Weight of effective criteria (yield, cost and income) on losses of sugarcane obtained from paired comparison in the experts' view which has been calculated with Expert choice software. The result of this survey by AHP techniques showed that yield criteria had the most and income criteria had the least importance for expert in sugarcane production. In this stage of research, alternatives of paired comparison relative to criteria was separately formed and information of questionnaire which relates to paired comparison of criteria was obtained. Between effective parameters on losses of sugarcane, harvesting with 0.243 weighted average was the most effective factor and transportation with 0.187 weighted average, industry with 0.179 weighted average, planting with 0.156 weighted average, preserve operations with 0.109 weighted average, ratooning with 0.071

1 and 2- Assistant Professor and Ph.D Graduated, Biosystems Engineering Dept., Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University Ahvaz, Iran
(*- Corresponding Author Email: hzakid@scu.ac.ir)

weighted average, and land preparation with 0.055 weighted average was later, respectively (Inconsistence Rate =0.04). The results are examined by monitoring sensitivity analysis while changing the criteria priorities. Since different judgments are made on comparison of criteria, we use sensitivity analysis in order to provide stability and consistence of analysis. With increasing or decreasing of the criteria, we will conclude that ratio of other indices will not change.

Conclusions

This paper looks at AHP as a tool used in Sugarcane Agro-Industries to help in decision making. Results show that criteria studied in this research can help prioritizing of loss resources during sugarcane production process. According to the results, effective parameters on sugarcane waste consist of caused by harvesting, transportation, industry, planting, preserve operations, ratooning and land preparation.

Keywords: Analytical Hierarchy Process (AHP), Loss, Sugarcane